技術者ノート

U.D.C. 621.316.34

配電盤の試運転と保守(1)

Trial and Maintenance of Switchboard (1)

河　合　義　夫*
Yoshio Kawai

1. 緒　　言

配電盤は，電気系統の監視と制御を行うもので，電気系統の中枢として，ちょうど，人体の頭脳に相当する重要部をなしている。したがって，この中枢部の1本の誤配線が，高価な発電機や，変圧器の損傷事故となって現われ，1個の端子の締付けゆるみが，ラッシュアワー時の停電事故となって大混乱を招くなど，その波及するところはきわめて大きい。

配電盤は，多数の計器，継電器，遮断器，開閉器などをそれ自身がもっているばかりでなく，外部の遮断器，P.T，C.T，発電機，変圧器，整流器などと，外部配線によって連結されている。また外部の機器も，相互に連繋されて，複雑な電気回路を構成しており，一箇所の微細な不良も全系統に大きな影響を及ぼす。したがって，配電盤試運転時における試験はもちろん，平常運転に入った後の，日常の保守点検を十分に実施することが，主機器の安全と性能を保証することになる。配電盤は，その用途に応じて，その種類，形態は多種多様にわたり，簡単な受電盤，電動機起動盤のようなものから，発変電所用，搬送保護継電装置，遠方監視制御装置，AFC，AVR，電気ガバナ，火力発電所の ABC などの自動制御関係の機器にまで及んでいる。したがってそれらの個々の試験，保守の具体的説明を，この誌上で行うことはあまりにも膨大にわたり不能であるので，一般的事項と，発電所における試運転と保守につき述べる。

2. 配電盤の一般試験

工場において試験された新しい機器が，現地に到着したとき行う試験の目的は，輸送中あるいは組立中における破損，または誤りを発見することを目的とする。しかし配電盤が，特に他機器の現地試験と異なる点は，試験の順序や方法の誤り，または試験従事者の連絡の齟齬が原因で，主機の損傷のみならず，人命に危害を与える危険性をもつことである。

一般試験の項目は，

（1） 構造点検
（2） 配線検査
（3） シーケンス・テスト
（4） 計器，継電器の試験
（5） 絶縁試験

2.1 構造点検

現地据付完了後，まず下記事項を点検する。

（1） 配電盤の据付けの適否，特に計器，継電器盤の垂直度がでているか。

（2） 盤面，計器，継電器などに損傷部はないか。

（3） 輸送中の振動により，断線または，端子のゆるみを生じている部分はないか。

盤の組立が完了したら，外線を端子台に接続する前に，盤ごとに，500 V 絶縁抵抗試験器で絶縁抵抗を測定し，不良箇所のないことを確認しておくことが望ましい。外部配線接続後，電気系統の接地を生じた場合，この捜索範囲を縮小することができる。

2.2 配線検査

盤内配線は，工場試験の過程で，綿密な通電試験に合格したものであるから，現地において再度，配線検査をする必要はないが，試運転，保守に従事する人は，操作説明図，裏面接続図，説明書を熟読して完全にその機能を理解することが必要である。

（1） 配線の色別

色別は第1表 (JEM-1032) のように行われている。

（2） 配線番号

配線番号は，外部制御ケーブル番号と盤内配線番号に大別される。

（a） 外部制御ケーブル番号

外部引出端子台には，百桁の数字で表わされる番号がプレートに刻印してある。この数字は，第2表に示されるように，おのおの固有の意味をもっている。

たとえば，124 なる番号は，No.1 に引き込まれる継

* 日立製作所国分工場

第1表　(JEM-1032) 盤裏配線の色別

配線色別		
電線の種類 / 回路の別		600V ビニル電線
P. T 二 次 回 路		赤
C. T 二 次 回 路		黒
低圧制御回路	D C	青
	A C	黄
配線端部の色別		
交流三相	第 1 相	赤
	第 2 相	白(または黄)
	第 3 相	青
交流単相	第 1 相	赤
	第 3 相	青
零相回路		黒
直流	正 極	赤
	負 極	青

第2表　外部制御ケーブル用番号の説明

数字		内容
百位		そのケーブルが，接続される配電盤の番号を使用する
十位	0	計器用 C. T 二次配線
	1	継電器用 C. T 二次配線
	2	計器用 P. T 二次配線
	3	継電器用 P. T 二次配線
	4	配電盤相互連絡用配線
	5	2台以上被制御機器あるとき．同一号器用盤相互間配線
	6	遮断器，接触器の操作回路用配線
	7	電動式制御器具の操作回路用配線
	8	直流機器の操作回路用配線
	9	0~8 に含まれない雑配線
一位		同一盤内にある同種回路の群に1から一連番号を付している

電器用 P. T 二次回路の，第四番目のグループであることを意味する。

(b)　盤内配線番号

盤内配線番号は，千桁の数字で示され，第3表に示されるような約束で番号をつけている。

たとえば，124 なる外部制御ケーブル番号で引き込まれた P. T 二次線は，盤内で 2401 (第1相)，2402 (第2相)，2403 (第3相) となり，校正端子を経由すると，2411，2412，2413 になるがごとくである。

(c)　電線の位置

配電盤内の，電線配置は第2表 JEM-1032 のごとく定められている。

第3表　盤内配線用番号の説明

数字		内容
千位		外部制御ケーブル番号の十位に相当する
百位		外部制御ケーブル番号の一位に相当する
十位		端子引き込み位置では番号が0で，盤上器具を経由するごとに，一つずつ番号が増える
一位	1	交流第1相，正極またはケーブル束線中の1番目
	2	交流第2相　またはケーブル束線中の2番目
	3	交流第3相，　負極またはケーブル束線中の3番目
	4	ケーブル束線中の4番目
	5	交流零相　またはケーブル束線中の5番目
	6~9	ケーブル束線中の 6~9 番目

第4表　(JEM-1032) 盤裏電線配置

交流相別配置	
左右の場合 (盤，前面より)	左より　R, S, T
上下の場合	上より　R, S, T
盤よりの遠近	手前より　R, S, T
直流極性配置	
左右の場合 (盤前面より)	右 正，　左 負
上下の場合	上 正，　下 負
盤よりの遠近	手前より，正　負

2.3　シーケンス・テスト

シーケンス・テストは，操作説明図に記載してあるシーケンスどおりの電気系統が間違いなく構成されているかを試験するとともに，構成部品の信頼性を確認することが目的である。すなわち単に，回路が間違っていることを発見するにとどまらず，継電器，リミット・スイッチなどの接触の良否，制御器具動作の確実度および動作時間の適否などについて，十分，考慮を払い，同一回路につき5回以上反復動作を試み，少しでも動作に渋滞の傾向がみられた場合はその原因を追究して，正式運転開始以前にこれを是正しておく必要がある。

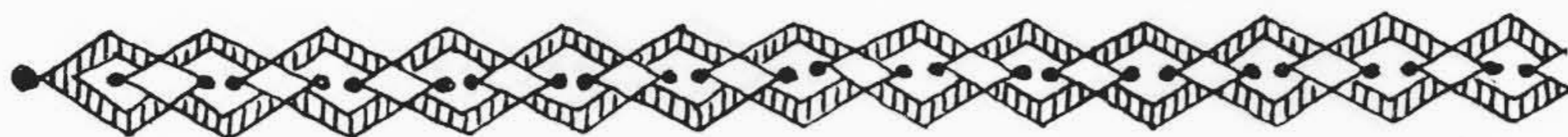
(1)　シーケンス・テスト開始前の準備

シーケンス・テスト開始前に準備すべきこととしては，次のような項目が考えられる。

(a)　試験順序と方法の説明

試運転に共通する一般事項であるが，試験に従事する全員が，試験の目的，方法，順序，場所，連絡方法を完全に了解しておくことが望ましい。

(b)　スケルトン・ダイアグラムと，実際配置との対比

スケルトン・ダイアグラム記載のシンボルと実際の配置がどのようになっているかを，所内巡視して確認し，さらに加圧危険場所，作業中の場所などについて関係者

と連絡し，徹底を期する必要がある。

（c） 連絡設備

所内の必要場所に電話，またはインタフォンを設置し，常時通話可能状態にしておく。

（d） 制御電源の確認

操作用電源開閉器を全部開放して，直流電源の極性，交流電源の位相関係を点検する。直流電源の極性は，電圧の正負とともに，対地電圧が平衡していることを確認しておく。交流電源は，各相電圧の平衡，相回転および接地相などを確認する。さらに電源を，切り離した上で，電源開閉器を全部投入し，その負荷側の抵抗をテスターで測定し回路の短絡していないことおよび電源投入後の通電電流値を予知し，さらに対地絶縁を絶縁抵抗試験器で測定しておく。

制御電源用ヒューズは，試験回路に必要な小さい容量のものに交換し，シーケンス・テスト中の誤結線による機器の焼損を防止しておく。

（e） 制御電源の投入

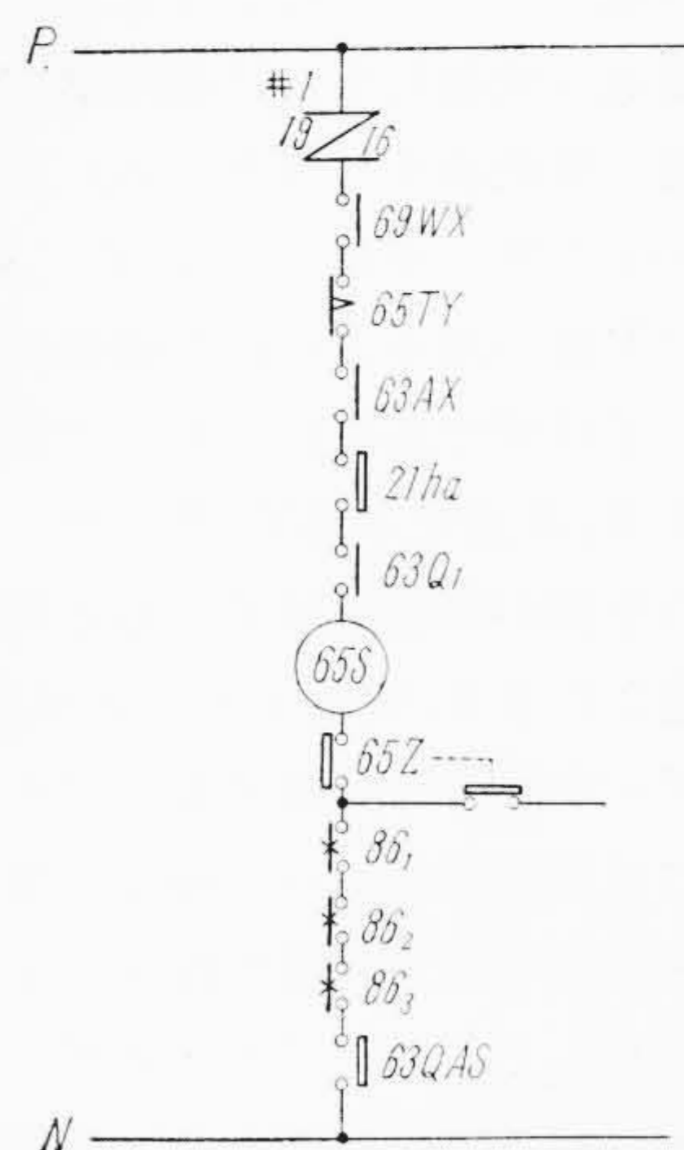
制御電源投入に先立って操作説明図上で，電源投入により動作すべき機器をあらかじめ把握し，所内の必要場所に監視員を配置し，電話で連絡後，電源を投入し，ただちに開閉器を開放して，所内機器の異常の有無，動作した機器などを監視員より報告せしめ，もし予期した以外の現象があった場合は，点検を必要とする。

（2） シーケンス・テストの方法

据付け直後のシーケンス・テストはほかの据付け工事が未完である場合が多いが，このような場合は，ちょっとした不注意により事故が突発するおそれが最も多いので，十分連絡を密にし，そのような場所は適当な方法で危険表示を施し，できれば鎖錠を施しておくことが望ましい。たとえば，加圧部出口の断路器は開放の上鎖錠するとか，遮断器，電動機，油圧制御装置などの遠方操作により，突然動作するものは，立入りを禁止するなどの措置が必要である。

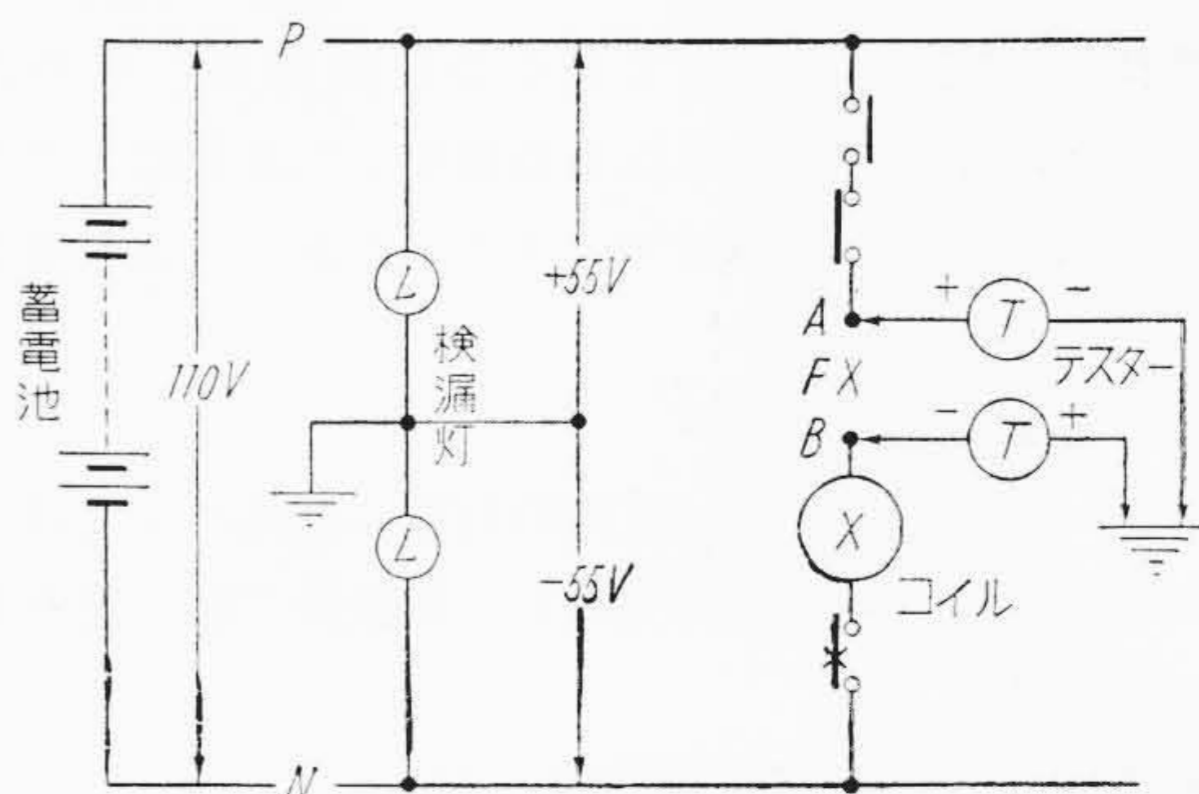
（a） シーケンス・テストの方法

制御電源投入後，所内に広がっている各機器端子部の電源の極性，相別を確認する。各盤，各機器に供給される電源の極性，相回転，相別配置が異なっていると，数箇所から同一機器を操作する場合，短絡事故を起したり，迷回路により機器を損傷することがある。直流電源極性はテスターで，また交流位相は接地相と相回転の二つから，位相のセンスが正しいことを判別できる。

第1図についてシーケンス・テストの要領を説明すれば，起動用電磁弁 65 S を動作させる場合，11 個の接点が完全に接触しなければ，動作しない。したがってこの回路が完全であることを確めるには，1 個ずつ個々の接

第1図　水車起動電磁弁回路

点を接触させるごとに，65 S が動作することを確めていけばよい。b 接点の場合は，あらかじめその接点に清浄な紙をはさんでおき，その接点以外の回路は形成しておいて，紙を抜いたとき，65 S の動作することを確認する。

回路中，機器が動作した結果，油圧とか機械的レバーでその回路を切る接点（この回路では 65 Z）がある場合，それらが拘束されて動き得ないとコイルを焼損するから注意を要する。しかし連続定格の器具は，そのおそれはない。実際の運転状態でなければ，閉路できない接点はその接点を，別の線で短絡するとか，またはブッフォルツリレーのように接点が密閉ケース中にあり，その接点を閉路できぬ場合は，リレーの端子部で短絡する。要は最も実際運転に近い方法でシーケンス・テストを進めないと，その意味が失われてしまう。

回路不良により，器具が動作しない場合は，次の方法を用いれば迅速に発見できる。**第2図**において動作すべき継電器 X が動作しない場合は，テスターを使用して X

第2図　制御回路の断線を発見する方法

なるコイルの両端子のアースに対する極性をしらべてみる。制御用蓄電池は検漏灯または接地継電器を具備しているから，接地（盤鉄板またはケース）に対し，Pは+55V，Nは−55Vの電位を有している。**第2図**において，コイルXのP側の端子とそれの接続線は，接地に対して+55Vを示すはずであるが，F点で断線または接触不良があるときは，A点で+55V，B点で−55Vとなるから，A，B点の中間が断線区域であると判定できる。上記のごとく通電したまま，捜索することが困難なときは，ベルまたはブザーで回路を点検する。ベル，ブザーは，2オーム以上の抵抗回路があった場合，鳴らない程度のものがよい。メガーで導通試験で行うことは，判断を誤りやすいので好ましくない。ベル，ブザーは，断続接点を有するので変成器や高インダクタンス回路を試験するときは，端子に危険な高電圧を発生することがあるから注意を要する。

（b）　リミット・スイッチのある電動機

制御電動機回路のシーケンス・テストは，あらかじめ手動で被制御機器の動作位置をリミット・スイッチの中間にまでもってきておき，制御開閉器を二，三度断続的に操作してその回転方向（移動方向）を確認した後，制御開閉器を一方向に連続的に操作して，リミット位置まで移動する前に，その移動方向にあるリミット・スイッチを手で切り，電動機が停止することを確かめる。もし操作に対する電動機の回転方向が正しくとも，リミット・スイッチが，R側と，L側で逆の場合は，機構を破壊するおそれがある。

（c）　回路の分離

シーケンス・テスト中は，試験従事者の注意が一部に集中してしまうため，なんらかの原因で予期しない場所の機器が突然動作して，事故を起すことが考えられる。現在，試験をしていない回路は，ヒューズ除外，K.S開放，または端子位置で外線をはずすとか適当な方法で分離しておくことが望ましい。

（d）　試験回路の復旧

シーケンス・テストのため，かりに実施した特殊配線とか機構は，完全に復旧しておく必要がある。そのため，試験中，平常運転と異なる処置をしたときは，そのつど，全員が知りうる方法で，メモしておくことが望ましい。

（e）　浮動充電

シーケンス・テストは蓄電池の放電，消耗がはなはだしいから試験中は常時浮動充電し，試験終了後，過充電しておく必要がある。

2.4　計器，継電器の試験

計器および継電器は，いずれも内部は精密工作の部分からなっており，繊細な内部機構と，鋭敏な感度を有しているから，工場より提出してある取扱説明書を熟読し，さらに工場試験成績書を参照した上で，細心の注意と熟練をもって試験を行わねばならない。

（1）　計器

定常状態において，目盛を0.5級精密級計器と比較更正すればよい。注意すべき点は，試験電源の不良のため，電圧変動または高調波による波形ひずみなどが原因で，誤った更正をすることである。たとえば周波計，積算電力計の電圧誤差，整流形計器の波形誤差などである。盤用計器の許容誤差 JIS-C 1102，JIS-C 1201 を，**第5表**に示した。

（2）　継電器

継電器は，簡単な多接触継電器から，電子管式継電器に至るまで，多種多岐にわたっているが，ここでは一般的事項について述べる。継電器試験に必要な器具は，電源，電流調整器，電圧調整器，位相調整器および0.5級精密級計器，開閉器類であるが，市販品として継電器専用試験台，あるいは携帯用として位相器，電圧調整器，

第5表　（A）　配電盤用指示計器の許容誤差
(JIS-C 1102)

計器の種類	誤差の限度	備　　考
電流計 電圧計 電力計 無効電力計	有効測定範囲において，定格値に対し ±1.5%	0が目盛の端にない計器に対しては定格値として左右目盛の和をとる。交流で試験する場合は電力計では定格電圧で力率1（低力率電力計では定格電流および定格電圧，定格電力を与えるような特定力率）また無効電力計では，定格電圧ならば，無効率1のもとで行う。
力率計 無効率計 位相計	位相角で±4°	定格電圧で定格電流およびその30%の電流までの範囲で行う。
周波数計	振動片形指示値の ±1% 指針形指示範囲の ±5%	

注：（1）　分流器，倍率器または変成器とともに使用する場合でもその合成誤差は上表に示す数値以下でなければならない。
（2）　有効測定範囲は下記による。
（i）　平等目盛またはこれに準ずる目盛………目盛の全部
（ii）　0付近で著しく縮少した目盛
…………………………定格値からその25%まで
（iii）　力率計，無効力率計，位相計，周波計…目盛の全部
（3）　記録計器も一般には，上表の限度内に入る。

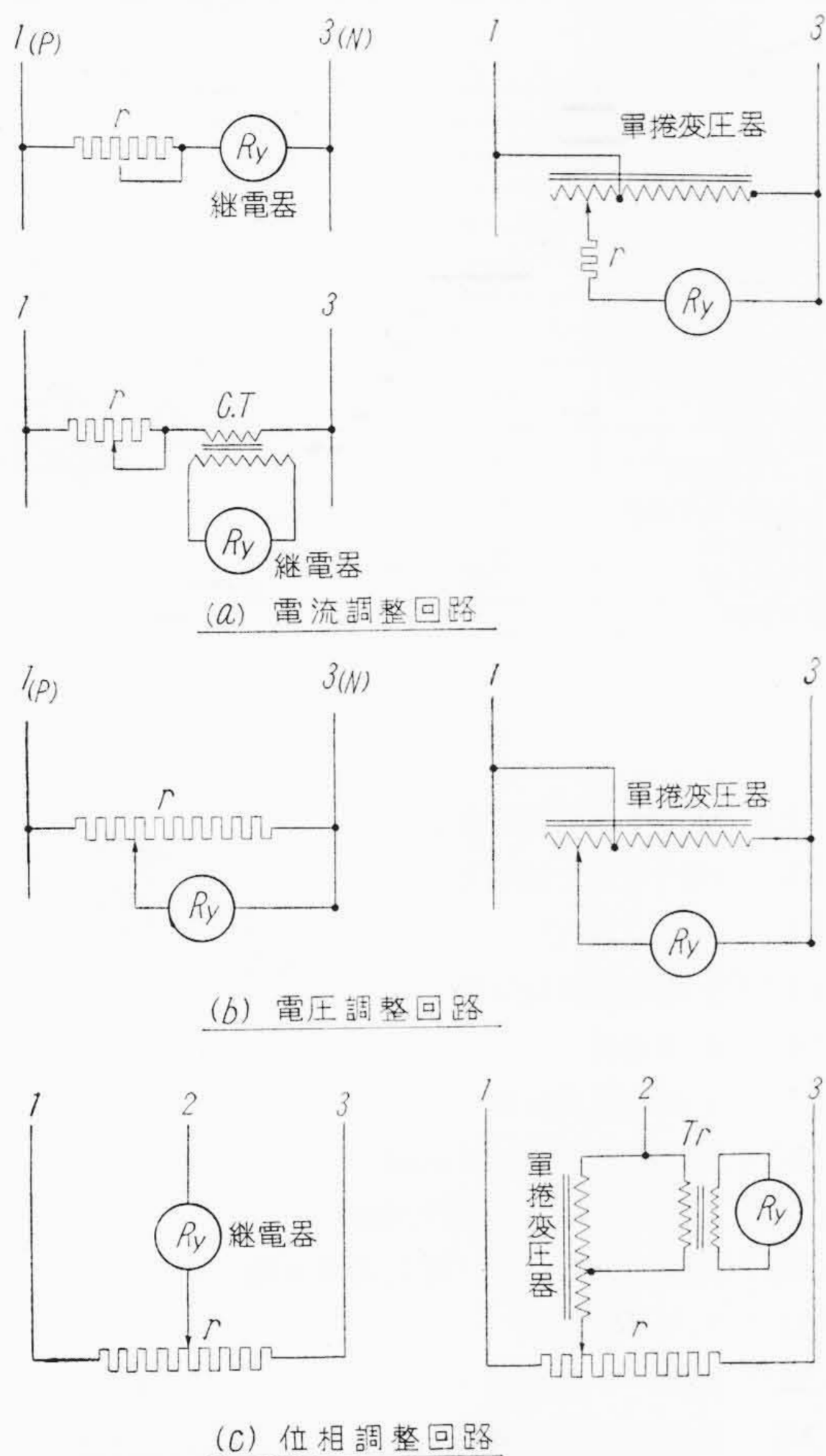
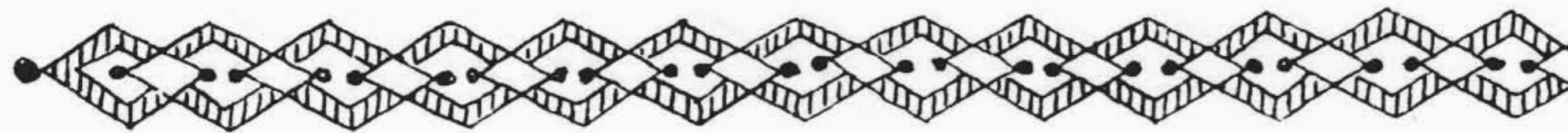
（B）　積算電力計の許容誤差（JIS-C 1201）

階級	負荷電流（定格値に対する%）	力率	誤差の限度（%）	備考
普通級	10，50，100	1	±3.0	定格電圧定格周波数において
	100	0.5（遅）	±3.0	
精密級	5	1	±2.0	
	10	1	±1.5	
	50，100	1	±1.0	
	100	0.5（遅）	±1.0	

注：（1）　多相式のものは，電源の相順を任意に変えても誤差は上記限度内に入ること。
（2）　変成器付のものは，計器自身および計器と付属変成器への総合誤差がいずれも上記の限度をこえないこと。

第3図　継電器試験の簡単な調整回路

名称	形	附属個数
No.1 短絡リンク		6
No.2 短絡リンク		4
ターミナル大		4
ターミナル小		4

第4図　P. T形試験プラグ

および変流器を組み合わせたセットがあるから，これを使用すれば能率よく試験を進めることができる。このようなセットが入手できない場合の簡単な回路を，**第3図**に示した。試験に際し，注意すべき事項を列記すると

（a）　供試継電器の置き方

継電器はその機構上，その置き方による影響値を，避け得ないものが多いから，正しい置き方で試験をする必要がある。特に小勢力継電器，平衡形継電器，差動継電器，距離継電器などは注意を要する。できうれば，盤から取りはずさないで試験するのが最も好ましい。この目的で**第4図**のような埋込形継電器用特殊プラグが製作されて，好評を博している。

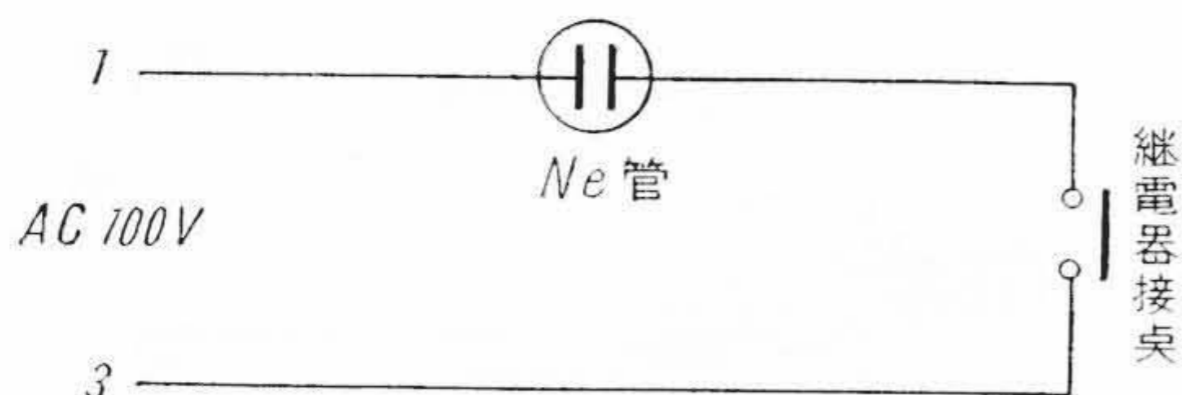
（b）　他回路よりの分離

運転中に継電器の試験を行う場合は，P.T回路，C.T回路，直流操作回路を分離する必要がある。回路の分離に当っては，まずトリップ回路を開放し，次にC. T回路，最後にP. T回路を分離する。ただし，継電器の種類により，常時閉路接点を使用する場合は，事前にトリップ回路を短絡した後，分離する必要があるから注意を要する。この際，配電盤に大きな衝撃を与えることは禁物である。この結果，繊細な機構をもつ継電器（特に高速度形継電器）が誤動作し，予期しない遮断を起すことがある。

（i）　C. T 回路

C. T 二次回路を開放すると危険な高電圧を発生させるおそれがあるので，C. T 回路の分離に際しては，まず短絡した後，分離しなければならない。しかも，開放の際は，まず微少な空隙になるように開放し，異常のないことを確認してから開放する。

（ii）　P. T 回路

P. T 二次回路は，C. T 二次回路を処理後，分離する必要がある。運転中の電圧抑制付短絡継電器や，距離継電器類は，P. T 二次無電圧により誤動作するおそれがある。また，停止中の P. T 二次回路を接続したまま，試験電圧を供給して，一次側に高電圧を発生せしめてはならない。試験に使用する所内交流電源は，通常一線が接地されているから，P. T，C. T 回路の接地を切離して接続しないと，試験電源を短絡し，機器を損傷することがある。

第5図　接点接触監視回路

（c）　計測器

0.5級の電流計，電圧計，位相角計などを使用する。限時形継電器の動作時間測定は，サイクルカウンタが軽便でよい。高速度継電器は，動作時間が，1～2サイクルの高速度であるため，サイクルカウンタは不適で，ミリセコンド計，電磁オシログラフまたは電子管式カウンタなどが使用される。その他，接点の，接触状況観察用としては，**第5図**のようにネオン管を使用する。ネオン管は，電流が少なく，接点のチャッタリングにも即応するなど，ランプやテスターよりも有利である。

（d）　測定上の注意

最少動作電流の測定は，電流変化回路により，徐々に電流を変化させて行う。復帰電流の必要なときは，反対に，電流を徐々に減少して最大復帰電流を測定するのであるが，直流継電器は，ヒステリシスにより，事前の電流により，その値を異にするから注意を要する。また，電気量を徐々に変化させた場合と急変させた場合とでは，その特性に若干の差が出ることがあるから，判断を誤ってはならない。

2.5　絶縁試験

配電盤，キュービクル，メタルクラッドなど，現地で耐圧試験を行う場合は，電気工作物規程により**第6表**記載の試験電圧で行う。

3.　発電所における試運転

一般に，発電所の試運転は，次のような項目を順序を追って実施され，日程基準はおおよそ**第7表**のとおりである。

主に，配電盤の目的である制御と保護の観点からみた試運転の方法について述べる。

（1）　操作関係シーケンス・テスト

第6表　絶縁耐力試験（電気工作物規程）

最大使用電圧(V)	試験電圧(V)	試験時間
E≦7,000	1.5E(ただし最低1,500V)	10分
7,000≦E≦50,000	1.25E	
50,000＜E	E＋13,000	
7,000≦E(中性点接地)	1.1E	

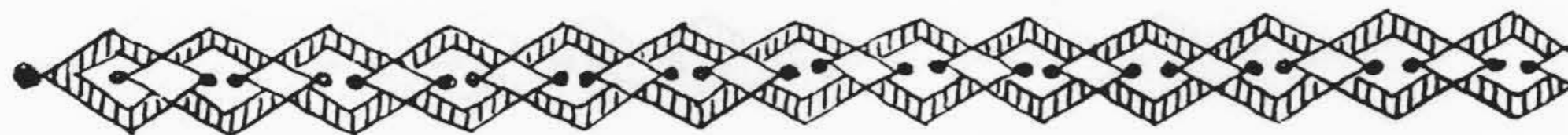
第7表　水力発電所における電気関係試験日程の一例

試験項目 ＼ 日程(日)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
操作関係シーケンステスト																	
継電器,計器の更正																	
所内電源の切り替え																	
通　水（通気）																	
主機連続回転試験																	
乾燥運転																	
耐圧試験 tanδ 測定																	
発電機無負荷特性試験																	
主機保護継電器動作試験																	
調速機調整																	
AVR 調整																	
検相,手動並列																	
自動同期装置調整																	
自動起動停止																	
調速機試験																	
負荷試験																	

（2）　継電器，計器の更正
（3）　所内電源の切替え
（4）　通水（通汽）
（5）　主機連続回転試験
（6）　乾燥運転
（7）　主回路耐圧試験
（8）　発電機無負荷特性試験
（9）　主機保護継電器動作試験
（10）　調速機調整試験（電気式調速機の場合）
（11）　A.V.R 調整
（12）　検相，手動並列
（13）　自動同期装置調整試験
（14）　自動起動，停止試験
（15）　調速機試験
（16）　負荷試験
（17）　最終点検

試運転は，工場で製作された無数の単位機器が，現地で初めて有機的に連結されたものに対して行うのであるから，試運転の進行に従い工事の誤りや，製作の欠陥などにより，突如として不測の事故が勃発する因子の潜在していることを考え，常に試験順序を誤らないことと，試験前の安全確認の注意を怠ってはならない。そのためには，初めて行う積極的な操作とか試験を行う前に，それがもし失敗した場合，迅速に旧の安全状態に復旧できる手段をあらかじめ考え準備しておく必要がある。また，試運転時の各試験記録は，後日，運転，保守の基準となる重要な資料であるから，あらかじめ記録様式を作成し，忠実に記録することが肝要である。参考のため次号その2末尾に付表として記録様式を掲載する。

3.1　操作回路シーケンス・テスト

2.3 を参照されたい。

3.2 継電器，計器の更正

2.4 を参照されたい。

3.3 所内電源の切替え

建設動力は，仮設置の，工事用変電所から供給されるのが一般である。これらは，停電，電圧変動に対し，比較的弱体であるので，主機試運転前に，送電線から逆送による所内電源の確保，または，所内用発電機などで，確保できることを確認しておく必要がある。

（1） 耐圧試験

所内回路加圧前に耐圧試験（3.7 参照）を行う。

（2） 相回転

所内回路の加圧に当っては，負荷の電動機類の開閉器を開放しておき，所内受電，加圧後，各相電圧の平衡，相回転，地気の有無を確認してから，負荷電動機を順次投入して，回転方向を確認する。機器によっては，駆動電動機の回転が逆の場合，破損することがあるから注意を要する。

3.4 通水（通汽）

通水（通汽）は，発電機，原動機および，付属工作物など，主に，機械関係の試運転で，漏水（漏汽），振動などの有無を点検するのが目的で，一般には，負荷制限機構により手動で緩起動して，低速度とし，ただちに停止して点検を行う。電気関係として，注意すべき事項を列記すると，

（1） 界磁開閉器（♯41）投入線輪用 K.S を開放し，誤って電圧が発生することを防止する。

（2） 副励磁機の電圧促進回路および電圧調整回路を，切り離して不動状態とし，分巻界磁抵抗を最大にしておく。

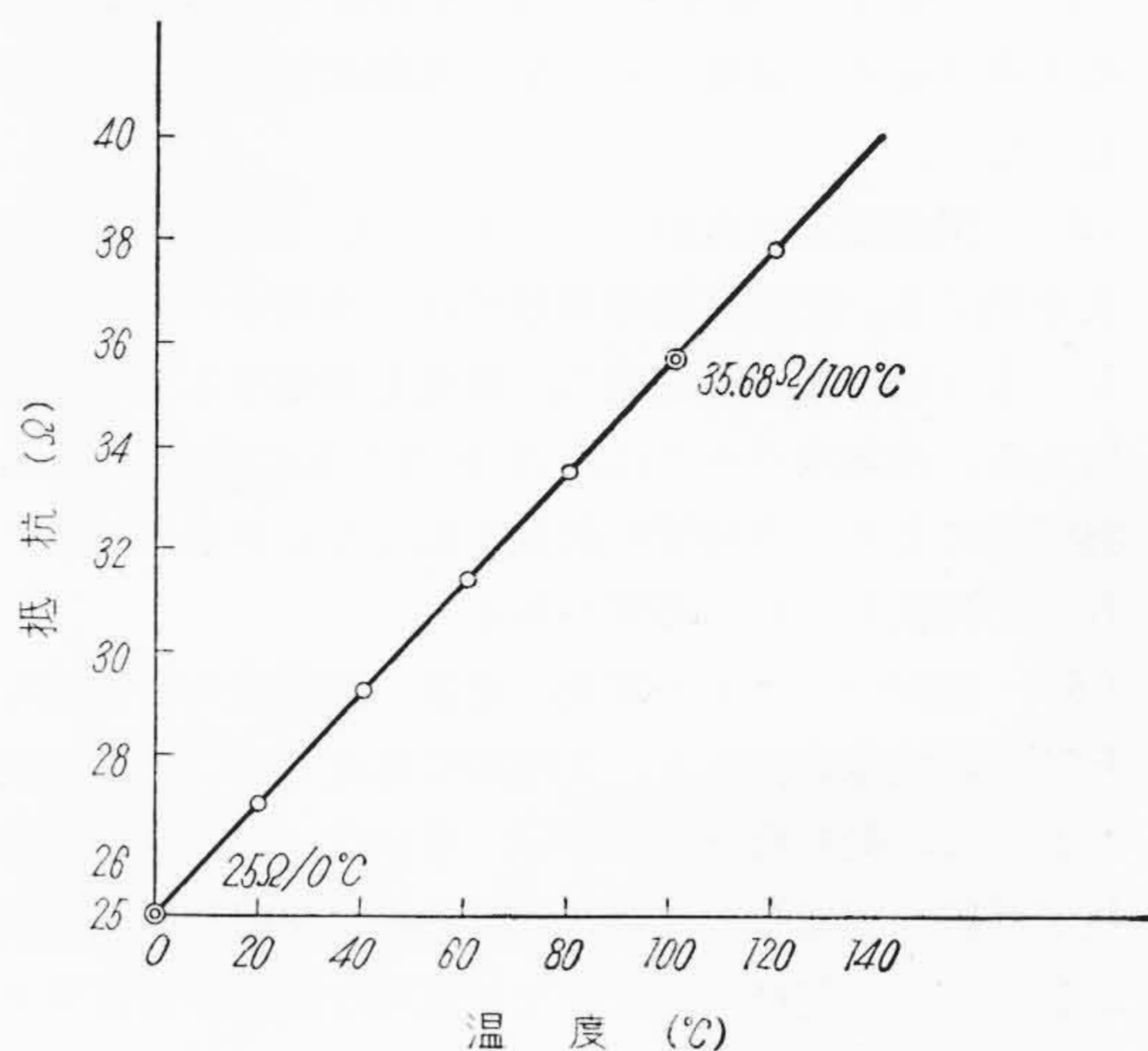
（3） 発電機用電圧計，電流計など切換スイッチのある配電盤計器は，すべて㊁の位置より読みとれる位置に，あらかじめ切換えておき，誤って電圧が発生した場合監視できるようにしておく。

（4） 記録温度計，指示形温度計とも測定可能状態とする。

（5） 火力発電所では，スラスト保護，伸び，伸び差，振動，偏心計などの特殊計器を測定可能の状態とする。

（6） 主機回転後，ただちに回転計の指示方向を確認し，次に定格回転数の1/3付近から徐々に回転を上げて，携帯用機械式回転計と指示を比較してみる。

3.5 主機連続回転試験

俗に，メタル慣しと呼ばれ，前記 3.4 に引続き行われる。原動機の定格回転数を3～4分割し，各段階において 30～60 分間その回転を保ち，軸受温度上昇の絶対値と，その上昇勾配および振動が安全範囲内にあること

第6図 25Ωサーチコイル温度—抵抗特性

を確認した後，回転を次のステップまであげ，最後に定格回転数に到達せしめ，各軸受の温度上昇が安定するまで回転を続け，機械的に十分安全であることを確かめてからこの試験を終了する。配電盤関係者としては，特に軸受温度と温度上昇勾配に対して，注意する必要がある。普通，原動機は，ブルドン管式温度計を付属しているが，これはサーチコイル式に比し指示の時間的遅れが大きいから，軸受メタル過熱上昇に対する指示の速応性に対しては，サーチコイルの方が信頼性をもっている。もし，急激な温度上昇をみたときは，遅滞なく急停止スイッチ（♯5E）により急停止することが望ましい。サーチコイル式温度計は，0°C，25 Ω の銅線サーチコイルを標準としており，その特性は，**第6図**に示すとおりである。

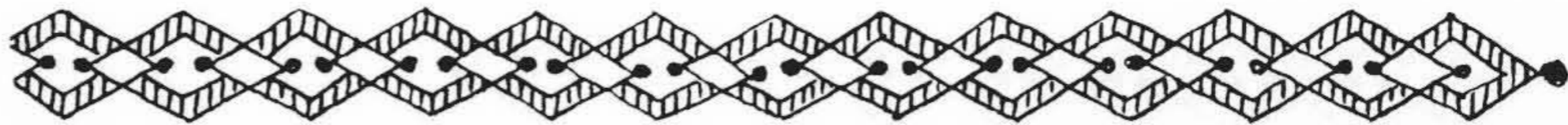
3.6 乾燥運転

乾燥運転は，発電機電圧発生の前に，輸送中，ならびに現地据付中に吸収した湿気を追い出し，絶縁抵抗を回復せしめるのが目的である。一般には，発電機端子を三相短絡して，短絡電流の発生熱により，乾燥を行う。乾燥時間の短縮を計るため，組立完成後，熱風乾燥機などを使用して，予備乾燥を行うことがある。

注意すべき点では，

（1） 短絡は，遮断器と，発電機間の適当場所で短絡する。主機連続試験完了次第，乾燥運転に入るのが一般であるから，この試験の前に短絡を実施しておけば工程を短縮できる。

（2） 発電機コイル用温度計は，事前に更正しておく。

（3） 温度は 80～82°C に保つようにする。

(4) 常温より 80℃まで, 5〜6 時間で温度を直線的に上昇させる。温度上昇勾配を急激に行うことは好ましくない。

(5) 閉鎖風道換気形では, ダンパ, 冷却空気吸入孔を閉じる。閉鎖風道循環形では, 冷却水バルブを閉じ, もっぱら発電機電流で, 温度を調節する方が簡便である。冷却水バルブは入口, 出口ともに閉鎖すると, 熱膨脹により, 冷却管の破裂を招くことがあるから, 片端を開放しておく必要がある。

(6) 運転中, コイル温度, 室温, 風洞出入口温度ならびに, 絶縁抵抗を1, 2時間に測定する。絶縁抵抗の測定は, 絶縁台上にて行い, 指示は, 1分間絶縁抵抗試験器を回転して測定する。最近電動機付絶縁抵抗試験器とか, 超絶縁抵抗計など便利な計器が市販されている。

(7) 絶縁抵抗は運転後いったん低下し, ふたたび上昇して一定値となる。絶縁抵抗上昇値が飽和したら乾燥を打切ってよい。

(8) 差動継電器 (#87, #87 G) 用 C.T が, 短絡点にまたがっているときは, この継電器の動作線輪を, 短絡しておかないと誤動作, または動作コイルの焼損事故を起すから注意を要する。

(9) サージ,アブソーバは主回路よりはずしておく。

(10) 乾燥運転開始後, 定格電流の 30% 程度で, 通電部 C.T 二次電流の平衡と, その大きさを確認しておく必要がある。

(11) 発電機母線に接続される P.T, C.T の絶縁抵抗が低下しているため, 全体として絶縁抵抗値の上昇しないことがあるから注意を要する。

(12) 乾燥運転後の冷却も, 急激に冷却しないで徐々に冷却し, その途中で10℃低下ごとに, 絶縁抵抗を測定して, 第7図のような温度, 絶縁抵抗特性を測定しておくとよい。

第7図 同期機の温度—絶縁抵抗特性

3.7 主回路耐圧試験

乾燥運転終了後, 500V 絶縁抵抗試験器で, 発電機, 母線, 変圧器など, 各区分ごとに絶縁抵抗を測定し, 耐圧試験を行う。発電機の絶縁抵抗は, 普通次の式で表わされるが, この値は温度によりはなはだしくその値を異にし10℃の増加で約1/2, 減少する。 JEC-35 では

$$\frac{\text{定格電圧(V)}}{\text{定格出力(kVA)}+1000}(\mathrm{M\Omega})$$

で表わされた数値を最低値に考える。交流耐圧試験を行う場合, 試験用変圧器が十分な容量を有することがたいせつで, これが小さすぎるとキャパシタンス負荷に対し, 自己励磁を起し, 変圧器出力電圧が上昇して, 目的値以上の試験電圧を招くことがある。間に合わせの変圧器を使用するときはあらかじめ, 被試験機器の対地キャパシタンスをキャパシタンスブリッジで測定し変圧器の容量を確めておくことが望ましい。

充電 $\mathrm{kVA}=2\pi\cdot E^2\cdot c\cdot f\times 10^{-9}$

E: 試験電圧 (V)

c: 対地キャパシタンス (μF)

f: 周波数

第8図 耐圧試験回路の一例

第9図 tanδ 測定回路

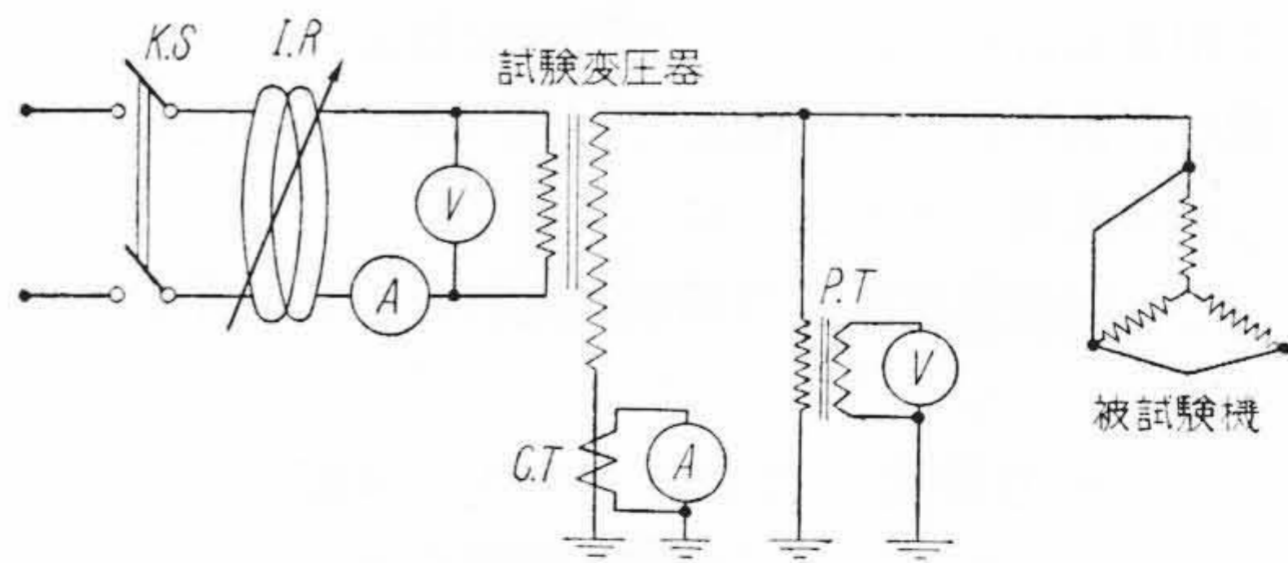
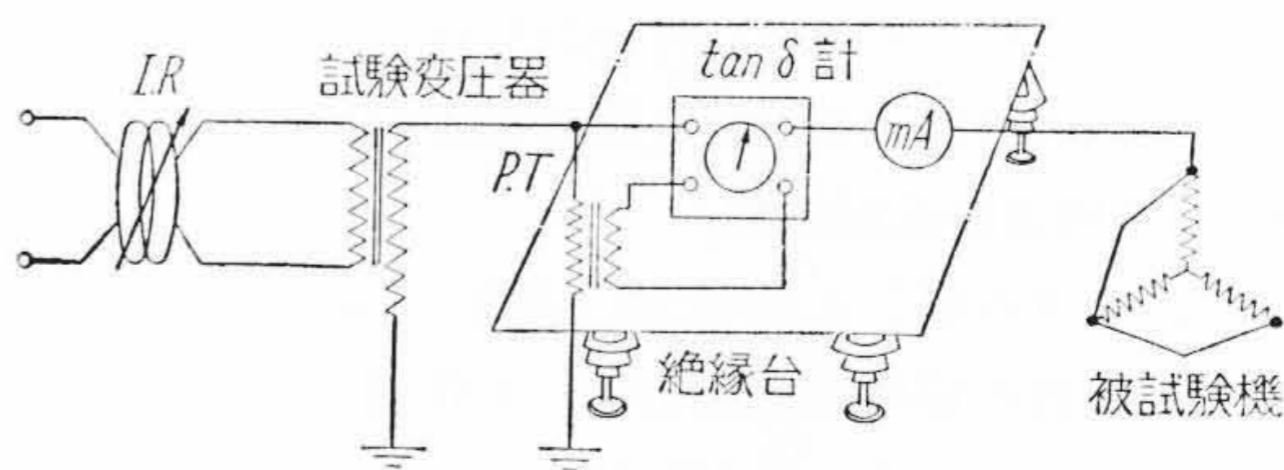
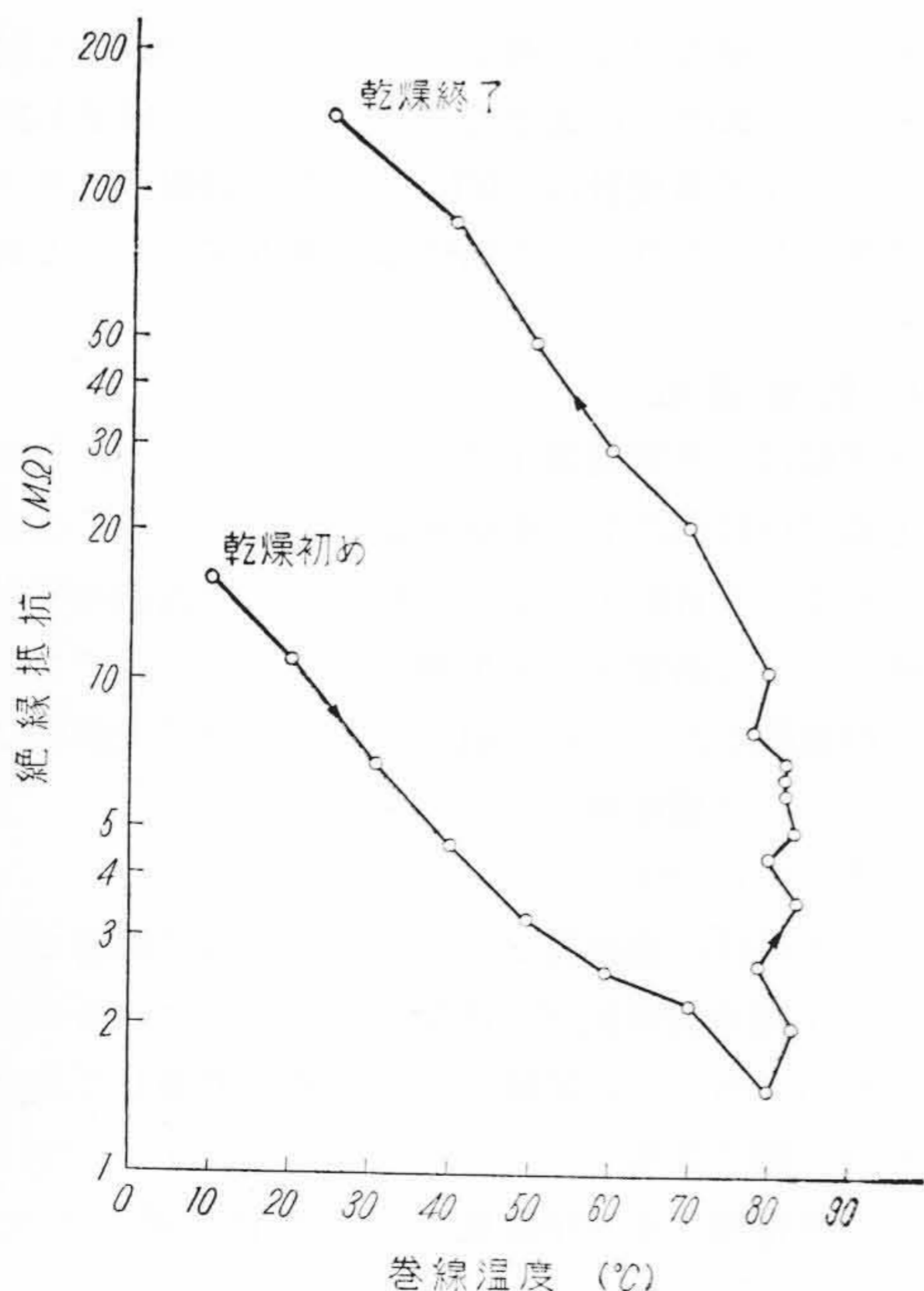
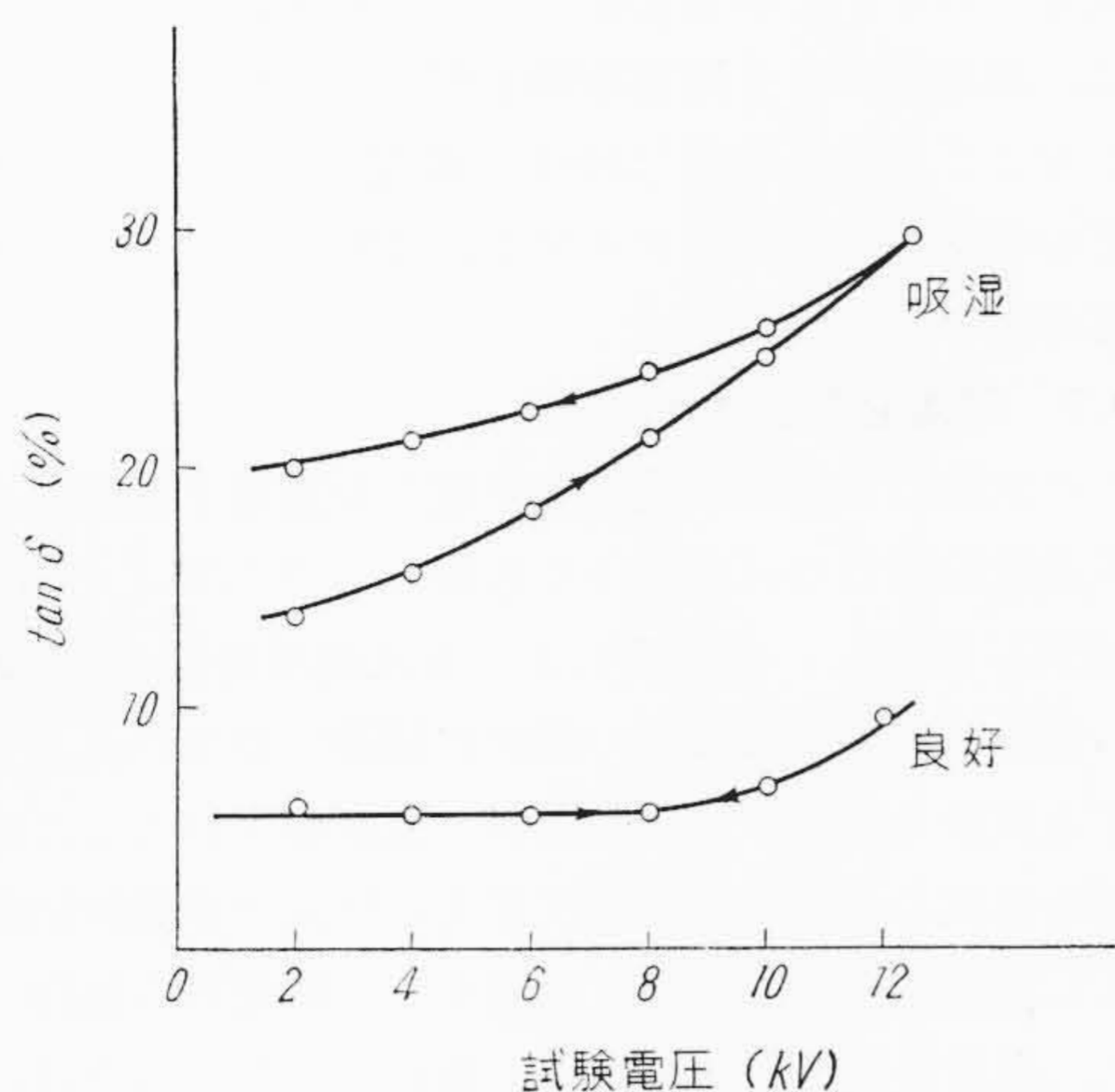
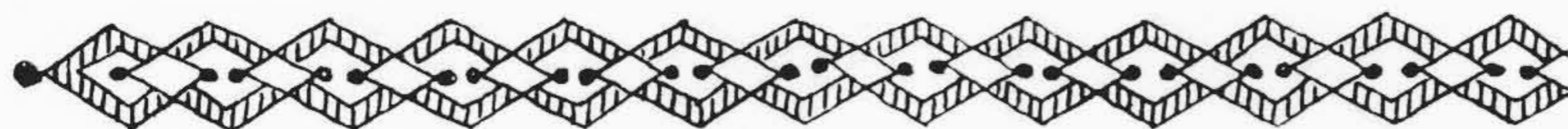
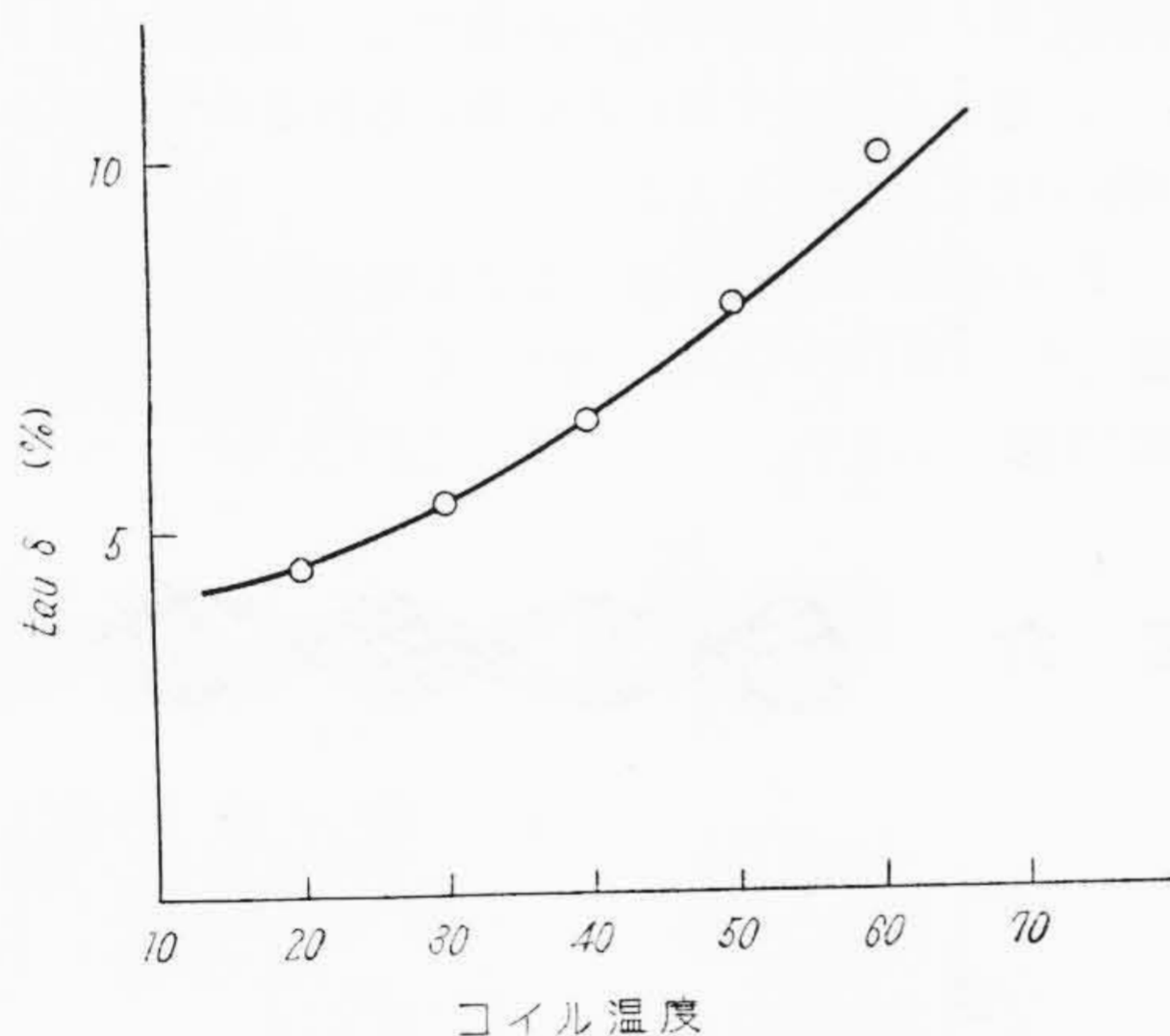
第10図　tanδ-電圧特性

第11図　tanδ-温度特性

(イ) $A_1=I_a$, $A_2=\sqrt{3}I_c=\sqrt{3}I_a$, $A_3=I_c$
C.T が, V結線で, 共通線の電流がほかの線の$\sqrt{3}$倍を示すときは, 一方の C.T が逆接続か, または極性違いである。

(ロ) $A_1=I_a$, $A_2=I_b$, $A_3=I_c$, $A_0=2I_b$
C.T が人結線で共通帰線 $A_0=I_0=0$ とならずに, 他の2倍の電流を示すときは一つの C.T の接続が逆である。

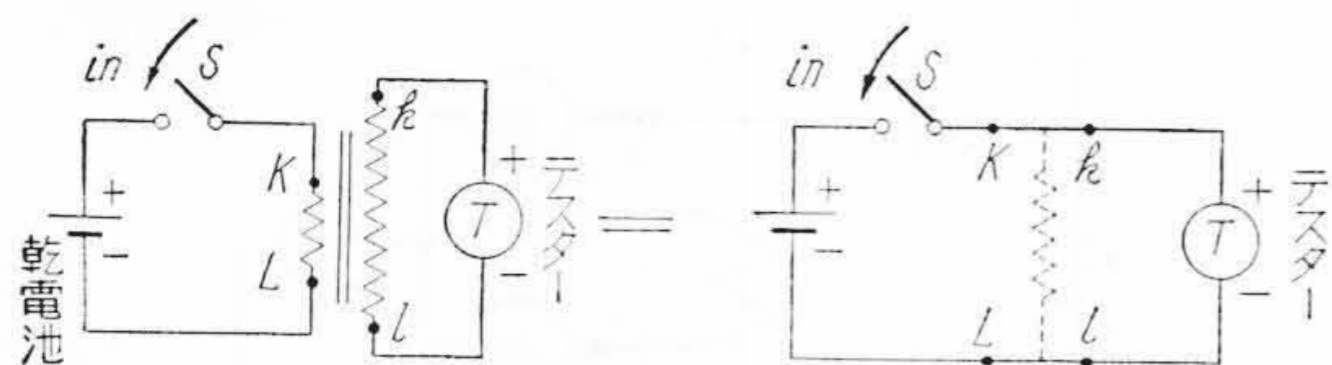
(ハ) $A_1=A_3=\frac{\sqrt{3}}{2}I_a$, $A_2=\frac{I_a}{2}$
人結線で, 上記電流値を示すときは一つの C.T の接続が逆である

第12図　C. T 誤接続の一例

電気工作物規程により, 7,000V 以下のものは, 最大使用電圧の 150%, 7,000V をこえ, 50,000V 以下のものは最大使用電圧の 125%, 最大使用電圧 50,000V をこえるものは, 最大使用電圧に 13,000V を加えたもの, また 7,000V 以上で中性点を接地する機器は, 最大使用電圧の 110% 10分間と規定している。

試験時は, 特に安全に注意し, 信号ベルによる合図, 赤テープによる隔離など, 試験者と人員の保護に意を用いるとともに, 加圧の際は, 電圧の印加, 除去とも, 最小電圧にて行い, 試験終了後は各装置に触れる前に, 加圧部を接地することを忘れてはならない。変電所および主変圧器の耐圧は, 普通, 発電機の励磁を調整して, 主変圧器二次線間に試験電圧を発生せしめ, 一端子を接地して加圧することにより行う。

誘電体力率 tan δ の測定は, AC 10,000 V の P.T と, tan δ 計と称し, 電圧コイルと電流コイルを備えた電力計の原理を応用したものが市販されている。

絶縁が良好な状態の, tanδ-電圧特性は, 第10図に示すように, 常規電圧以上までは tanδ は一定, (5～10) でさらに上昇すると イオン化現象のため, tanδ は増してくる。また tanδ は温度によって変化し, 第11図のような特性を示す。

しかし, 被測定物の静電容量や, 直列に入る計器の抵抗などにより相当大きな誤差の入ることがあるから注意

減極性の場合は，一巻線に電池 E を接続し，S を閉じたとき，図示極性の電圧が，他巻線に誘起されればよい。
減極性の C.T (P.T) は，巻線を考えずに K と k (U と u) L と l (V と v) が接続されたものとして，S 印加時の電圧を考えればよい。

第13図　減極性 C.T の極性試験

を要する。

3.8　発電機無負荷特性試験

この試験として，三相短絡特性，二相短絡特性，無負荷電圧飽和特性などの各試験がある。いずれの試験においても，試験開始初期の電圧，電流の少ない状態で各計器の指示がいずれも異常のないことを確めておく。短絡特性は通常，零から定格電流の間を，4内至5点測定すればよい。無負荷電圧特性は零から定格電圧の 130%の間を，10点ほど測定するが，このとき電圧上昇と下降のヒステリシスを測定するので，励磁電流は一方向に変化するよう慎重に操作する。発電機界磁巻線は，大きな時定数（5～10秒）をもつから，電流変化が終ったのち，測定を行わないと誤差を生ずる。この試験を実施するときは，調速機により速度制御を行い，定格周波数を保つことおよび過電圧抑制 (59-1)，過電圧トリップ (59-2) などの各継電器の整定タップを，150V まであげておく必要がある。

3.9　保護継電器動作試験

この試験の目的は，発電機が電力を送電する前に，発電所送電線出口の三相端子を短絡し，あらかじめ各 C.T 回路に通電し，発電機および変圧器用差動保護継電器，母線保護継電器などの接続に間違いのないことを確認する試験である。まず断路器，遮断器を投入して短絡回路を形成した後，励磁抵抗最大の位置で界磁開閉器を投入し励磁を徐々に上げて通電する。継電器の動作コイルに，異常な電流が流れたり，流れていない場合は，回路を再調査して是正しなければならない。

継電器用 C.T 二次回路の接続誤りや，電圧抑制付短絡継電器の抑制が零のため誤動作し，遮断器がトリップして，電圧を発生することが考えられるので，トリップ回路をはずしておくとよい。

C.T の極性や接続が違っている場合の代表的例を第12図（イ）（ロ）（ハ）に，また C.T 極性のしらべ方を第13図に示した。　（以下次号につづく）

特　許　の　紹　介

特 許 第239319号　　　　高　砂　常　義

密　閉　母　線

三相母線 A，B，C をそれぞれ電磁遮蔽箱内に収めて並設することにより，母線に過大電流が流れたとき，母線相互間に電磁力により大なる吸引力または反発力が作用し，母線が彎曲する現象を減少することができる。

この発明は，三相母線中外側にある A，C 母線の遮蔽箱内支持位置を，遮蔽箱の中心よりそれぞれ外方に距離 d だけかたよらせたことを特長とするものである。このようにすれば，母線を流れる電流により生じ，遮蔽箱を磁路とする磁束の作用により，母線 A，C にはそれぞれ遮蔽箱の中心に引きもどそうとする力が発生するから，この力によって，母線 A，B 間および B，C 間に作用する大なる反発力に対抗して，反発力により母線を彎曲しようとする作用を打消しうるか，少なくとも大いに減少することができる。

なお単相交流母線の場合は，両母線ともその母線中心を遮蔽箱中心より外方に距離 d だけかたよって支持すれば，前記と同様な効果を収めることができる。

（滑川）